



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

**Corso di laurea in Scienze Psicologiche Cognitive
e Psicobiologiche**

Tesi di laurea Triennale

**Vivere l'Emozione del Tempo: Come la Realtà Virtuale altera
la Sensazione Temporale**

**Experiencing the Emotion of Time: How Virtual Reality alters the Sensation of
Time**

Relatrice

Prof.ssa Giovanna Mioni

Correlatore

Dott. Luigi Micillo

Laureando: Matteo Maioli

Matricola: 2016072

Anno Accademico 2022/2023

Sommario

Introduzione	2
La percezione del tempo	2
<i>Lo scalar expectancy theory</i>	2
<i>L'errore di stima</i>	3
<i>Le critiche al modello</i>	5
<i>La stima retrospettiva e prospettica</i>	5
L' influenza dell'emozione	6
La realtà virtuale	8
Metodo	9
Pilota	9
Partecipanti	10
Disegno sperimentale	11
Materiale e strumenti	12
Procedura	12
Analisi	14
Cybersickness	14
Emozione	14
Tempo	15
Tempo prospettico	15
Tempo retrospettivo	16
Discussione	18
Cybersickness	18
Emozione	18
Tempo prospettico	19
Tempo retrospettivo	20
Conclusione	21
Bibliografia	22

Introduzione

La percezione del tempo

È esperienza comune percepire il mondo passare in maniera non costante: tutti abbiamo vissuto una situazione in cui ci è sembrato quasi il tempo fosse rallentato e quelli che parevano minuti interminabili coincidessero con qualche secondo sul quadrante dell'orologio; altre volte invece ci siamo persi in un'attività o in una conversazione con una persona che ci ha occupato intere ore senza che nemmeno ce ne accorgessimo.

Negli ultimi 150 anni la psicologia ha preso parte al discorso che mira a svelare questo mistero avvalendosi dell'uso di un'ampia serie di esperimenti e modelli. Uno dei primi contributi a questa nuova area di studio viene fatta risalire al fisiologo tedesco Karl von Vierordt (1818-1884). Nel 1868, infatti, scoprì una generale tendenza dell'uomo a sovrastimare le durate brevi e a sottostimare quelle lunghe. Questo fenomeno prese il nome di Legge di Vierordt ed è un effetto che tutt'oggi continua a essere studiato (Glasauer e Shi, 2021). Un secondo contributo, più teorico che sperimentale, fu apportato da William James (1842-1910), che nel 1886 scrisse le sue riflessioni sulle caratteristiche della percezione del tempo e decretò che il tempo fosse da considerarsi come una sensazione e non una percezione (Myers, 1971).

Successivamente nel secondo novecento nacquero nuovi modelli, dei quali quello che ebbe più successo fu lo *scalar expectancy theory* (SET) di Gibbon (Gibbon, 1977).

Lo scalar expectancy theory

Lo *scalar expectancy theory* (SET) (Gibbon, 1977) (Fig. 1) è parte di una classe di teorie basata sul *pacemaker-accumulator* (PA), nei quali la percezione del tempo è data dall'accumularsi di battiti prodotti da un *pacemaker* interno, poi raggruppati in quello che viene definito l'*accumulator*, un dispositivo che ha il compito di conservare i battiti. La frequenza dei battiti prodotti dal pacemaker dipende dall'*arousal*, ossia l'intensità di attivazione fisiologica: più il soggetto è attivato maggiore sarà il tempo percepito. L'attivazione dell'accumulatore è sotto il controllo di uno *switch*, ossia un interruttore,

dipendente dall'attenzione: l'attenzione fa chiudere lo switch, il che permette all'accumulatore di contare i battiti in maniera efficace. Successivamente si entra nello stage mnemonico: la rappresentazione della durata viene trasferito dalla memoria di lavoro, una funzione esecutiva, alla memoria a lungo termine. Infine, nella fase finale l'intervallo viene messo a confronto alle rappresentazioni temporali già presenti nella memoria a lungo termine (Lake et al., 2016).

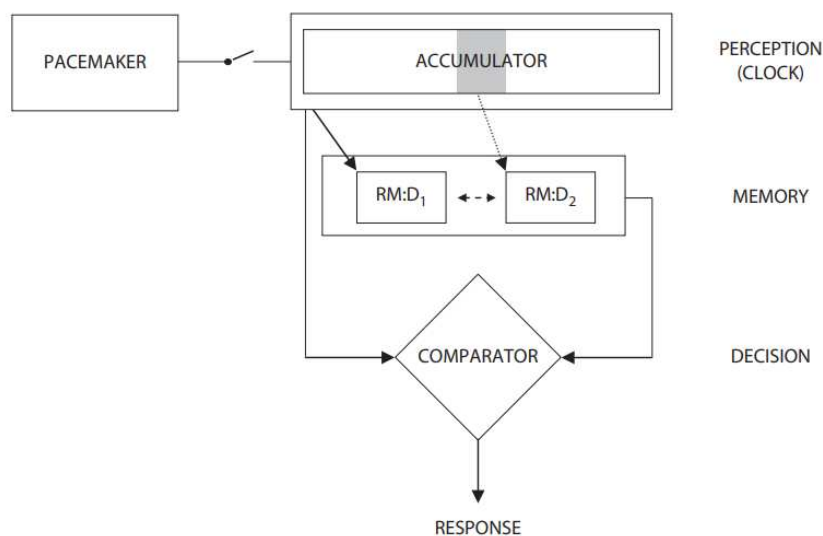


Figura 1 (from From "Overloading Temporal Memory," by S. Grondin, 2005, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, p. 876.)

L'errore di stima

Il modello di Gibbon ha due caratteristiche fondamentali: la linearità della relazione tra tempo fisico e la percezione di esso, pertanto più tempo passa, maggiore tempo verrà in media percepito (Rakitin et al., 1998), e la proporzionale crescita della variabilità dei giudizi al crescere della durata: maggiore il tempo percepito maggiore sarà la variabilità delle stime (Grondin, 2010).

Secondo il modello SET l'origine dell'errore di stima della durata si può imputare a tre meccanismi (Grondin, 2010):

- Il pacemaker counter device o accumulator

- La memoria
- Il decision making

Si inizierà analizzando le prime fasi. Come già detto il pacemaker produce dei battiti che vengono poi raccolti da un *counter device*, il quale può però commettere degli errori per via di due fattori: l'attenzione e l'arousal (Droit-Volet et al., 2011).

Il primo ad essere ricercato fu l'attenzione: Cahoon e Edmond nel 1980, cercarono di capire se il vecchio detto "la pentola guardata non bolle mai" avesse una base scientifica. Al fine di ciò portarono i partecipanti in una stanza con una pentola e li divisero in due gruppi: al primo chiesero di avvertirli quando l'acqua avesse iniziato a bollire, al secondo semplicemente di aspettare. Notarono che i partecipanti che prestavano attenzione al bollire dell'acqua stimavano un tempo più lungo rispetto al gruppo di controllo. Studi successivi hanno confermato questo fenomeno sia in casi di stima retrospettiva che prospettiva (Macar et al., 1994; Boltz, 1993).

Anche gli effetti dell'attivazione sono stati riconosciuti: Burle e Casini (2001) mostrano che in caso di attivazione fisiologica il tempo interno sembra accelerare, il che rende gli intervalli percepiti come più lunghi.

Questi due effetti trovano spiegazione all'interno del SET. L'attenzione viene vista come l'attivatore del *counter device*, il che porta a collezionare il numero di battiti. L'arousal, invece, porterebbe ad una riduzione della durata degli intervalli tra battiti e quindi ad una più densa produzione degli stessi, il che porta ad un incremento del tempo percepito.

L'errore può essere però scaturito anche negli stadi successivi. In particolare, è stato ipotizzato che i soggetti utilizzino diverse rappresentazioni mnemoniche con cui confrontare le durate, e che queste potrebbero interferire sull'oggettività della percezione temporale nel caso si stiano considerando intervalli dalla durata simile, spiegando così la variabilità degli errori (Ogden et al., 2008).

Per di più anche la fase di decision making ha una importante influenza: infatti anche la strategia con cui si sceglie la durata può influenzare la stima finale (Wearden, 2004). Queste due fasi sono estremamente interconnesse, per tanto è difficile comprendere da quale meccanismo sia dovuto l'errore di stima.

Le critiche al modello

Nonostante un buon successo generale, il modello è stato soggetto di alcune critiche dalla sua creazione. Lake e colleghi (2016) ne sottolineano alcuni punti deboli, tra cui:

- La mancanza di coerenza con cui negli anni sono stati interpretati i meccanismi del modello, come l'attivazione del *pacemaker*
- Il fatto che l'attenzione e l'arousal siano due costrutti multi-sfaccettati con complesse influenze reciproche e per tanto il loro effetto sia difficile da studiare
- Altri fattori come differenze individuali e la complessità delle immagini presentati possono influire sulla stima della durata

Questi e altri difetti si mostrano rilevanti soprattutto nel campo di misurazioni inerenti all'effetto delle emozioni sulla percezione temporale.

La stima retrospettiva e prospettica

Nella psicologia sperimentale, quando si parla di giudizio esplicito di una durata temporale, si fa riferimento a due diverse categorie: la stima retrospettiva e la stima prospettica.

La stima retrospettiva indica quei giudizi compiuti senza sapere in anticipo che si sarebbe dovuto misurare una durata. Ad esempio, si potrebbe far svolgere un compito, come una risoluzione di un problema o la lettura di un testo, e poi successivamente, senza averlo comunicato prima, chiedere quanto tempo sia durato il task svolto. In questi compiti il ruolo della memoria è centrale, tanto che Block si riferisce al tempo dei compiti retrospettivi come "durata ricordata" (Block, 1990).

I giudizi prospettici invece avvengono quando il soggetto viene informato prima della presentazione dell'intervallo di cui dovrà indicare la durata, per tanto i modelli dedicati a questo genere di stime si concentrano principalmente sull'attenzione (Zakay e Block, 2004).

Nella letteratura si osservano diversi attributi che caratterizzano i paradigmi sperimentali di queste due stime. Normalmente, ad esempio, i compiti retrospettivi sono

più lunghi di quelli prospettici: mentre i primi arrivano a durare anche minuti, gli ultimi, di norma, durano da qualche millisecondo a qualche secondo (Grondin, 2010).

Oltre alla durata, anche i processi cognitivi che guidano il giudizio nei due diversi metodi sembrano avere una diversa influenza (Block and Zakay, 1997). Ad esempio, in Johnson and MacKay (2019) i ricercatori propongono due esperimenti per misurare l'influenza delle emozioni nella stima di una durata. Nel primo esperimento il compito è una stima prospettica, mentre nel secondo è di natura retrospettiva. I risultati mostrano due effetti opposti della influenza dell'emozione: se l'emotività porta a sottostimare le durate nei compiti prospettivi, nei compiti retrospettivi si osserva invece una sovrastima. La sottostima del primo esperimento è dovuta al fatto che gli stimoli emotivi tolgono attenzione dal compito della stima, portando ad un minore numero di battiti registrati. L'attenzione che non viene posta sul compito di stima della durata viene invece investita in altri compiti, come la codifica dello stimolo nella memoria. Questo porta ad una sovrastima nei task di stima retrospettiva, che si basa maggiormente sulla memoria rispetto all'attenzione.

L' influenza dell'emozione

Come già detto la nostra percezione del tempo non è esatta: a volte viene allungata, altre ridotta. Queste distorsioni avvengono spesso in momenti di forte interesse o gioia, oppure di paura o tristezza. L'influenza delle emozioni sulla percezione temporale è intuitivamente evidente, il che spiega il vasto numero di ricerche sull'argomento.

Le emozioni sembrerebbero influenzare la stima temporale principalmente tramite due funzioni: l'attenzione e l'attivazione (Lake, 2016).

Innanzitutto, si può notare che gli stimoli emotivi sono salienti, ossia catturano l'attenzione (Lake, et al., 2016). Come già mostrato precedentemente più attenzione si presta, maggiore tempo sembrerà passare; pertanto, stimoli emotivamente forti portano ad un tempo percepito più lungo. Allo stesso tempo il provare una emozione porta ad una attivazione fisiologica (Bradley e Lang, 1994). Ciò è dovuto alla natura stessa dell'emozione che, pur non avendo una definizione totalmente accettata, include spesso un cambiamento fisiologico che accompagna lo stato mentale (Niemic, 2004).

Lo studio delle emozioni pertanto comprende diversi effetti che causano conseguenze che influenzano in maniera complessa i comportamenti e la percezione. Secondo Lake e colleghi (2016), l'influenza dell'emozione e dell'arousal dipenderebbe dalla durata dello stimolo emotivo: inizialmente l'effetto principale sarebbe quello dei cambiamenti fisiologici portati dallo stimolo, e lasciando un ruolo progressivamente maggiore all'attenzione con il passare del tempo.

L'emozione può essere descritta utilizzando due parametri principali: l'arousal, ossia l'intensità dell'emozione, e la valenza. Con valenza delle emozioni ci si riferisce alla loro qualità positiva o negativa, ovvero se viene percepita come piacevole o spiacevole (Cui et al., 2023).

Sia l'arousal che la valenza possono essere misurati tramite questionari self-report (Bradley e Lang, 1994). Inoltre, in questo caso anche gli indici fisiologici vengono misurati per controllare l'attività fisica, la quale ci si aspetta sia correlata con l'intensità delle emozioni.

Le emozioni utilizzate in questo esperimento sono la gioia, per la valenza positiva, e la tristezza, per la valenza negativa.

Gli stimoli che presentano scene gioiose, in genere, fanno scaturire emozione di valenza positiva. La gioia in particolare è considerata una emozione attivante, correlata ad una maggiore attivazione fisiologica rispetto agli stimoli neutri. Droit-Volet e colleghi riportano che la presentazione di stimoli tristi, invece, non elicitava l'emozione della tristezza. Quando si prova un'emozione di tristezza di norma avviene una riduzione di attivazione, ma non quando si vede un evento triste. Infatti, essendo gli umani animali estremamente sociali, davanti ad una persona in difficoltà avviene una maggiore attivazione fisiologica, perché ci si attiva per aiutare la persona che abbiamo davanti (Droit-Volet et al., 2011).

L'influenza emotiva potrebbe non fermarsi solo alle prime fasi dell'orologio interno: Johnson and MacKay (2019) notano che in un compito di memoria retrospettiva i partecipanti tendevano a sovrastimare le durate emotive rispetto a quelle neutrali.

La realtà virtuale

Una nuova serie di ricerche ha mostrato il potenziale della realtà virtuale nel mondo della ricerca (Somarathna et al., 2022). quando si parla di stimoli emotivi ci si riferisce a immagini di volti o scene viste da un PC, ma i nuovi strumenti della *virtual reality* (VR) permettono invece di vivere esperienze in cui si è immersi in questi stimoli, in cui il soggetto riesce quindi a prestare un'attenzione maggiore a ciò che viene presentato.

Davanti a questa possibilità diversi esperimenti sono stati svolti e una recente metanalisi afferma che la realtà virtuale è un buono strumento per elicitare stati emotivi nei soggetti (Somarathna et al., 2022). Estupiñán e colleghi hanno inoltre dimostrato che rispetto all'utilizzo di immagini standardizzate del Geneva affective picture database (GAPED) (lo standard utilizzato per elicitare le emozioni) le esperienze con il VR portavano a un maggiore arousal (Estupiñán et al., 2014).

D'altra parte, il suo utilizzo nei compiti di stima temporale potrebbe essere criticato per via di un effetto riconosciuto da Mullen e Davidenko nel 2021. Nello studio svolto i ricercatori notano che, a parità di stimoli, nei compiti con il VR avveniva un *time compression*, che portava a percepire il tempo come più breve rispetto alla condizione al PC. Per spiegare la riduzione del tempo percepita viene portato un'ipotesi legato al *novelty effect*. Con novelty effect si intende quella maggiore motivazione che i partecipanti sentono di eseguire un compito, quando esso comprende un aspetto di novità (Koch et al., 2018). Molto spesso l'aspetto di novità che scaturisce il novelty effect è una nuova tecnologia che il partecipante non è abituato a utilizzare.

Inoltre, l'utilizzo di strumenti immersivi come il visore può portare, in una data percentuale della popolazione, a *cyber sickness*, una forma di *motion sickness* causata dalla discrepanza tra ciò che si vede attraverso il visore e ciò che i nostri altri sensi, in particolare l'apparato vestibolare, percepiscono. Per evitare questo rischio durante il corso dell'esperimento non si è utilizzato un visore, bensì una tecnologia CAVE (vedi parte di strumenti nel metodo).

Metodo

Il presente studio ha l'obiettivo di studiare l'influenza delle emozioni sulla percezione del tempo. Al fine di ciò sono state svolte tre serie di compiti: stima retrospettiva di una durata, tapping e produzione prospettica di un intervallo. Per portare il soggetto ad un certo stato emotivo sono stati presentati degli estratti video tramite uno strumento di realtà virtuale: il CAVE. Lo stato emotivo del soggetto veniva controllato sia tramite indici fisiologici che tramite questionari somministrati durante i compiti.

Si è ipotizzato che: la presentazione degli estratti video tramite tecnologia CAVE avrebbe portato allo stato emotivo desiderato, nei compiti di stima retrospettiva le condizioni di valenza positiva e negativa avrebbero portato ad una sovrastima, nelle condizioni prospettiche le condizioni di gioia e tristezza avrebbero portato ad una sottostima.

Pilota

Durante il *main study* sono stati utilizzati dei video per elicitare una risposta emotiva nei soggetti. Al fine di selezionare gli stimoli più adatti da mostrare ai partecipanti è stato svolto uno studio preliminare. Durante lo studio pilota ai partecipanti sono stati presentati vari estratti di film ed è stato chiesto loro di selezionare la valenza, l'intensità emotiva e di comunicare se si fosse già visto il film da cui era stata estrapolata la sequenza proposta. Se il partecipante aveva già visto il film da cui si era ricavato l'estratto, allora quest'ultimo non veniva mostrato e il soggetto non partecipava alla raccolta dati per quel particolare estratto, il che spiega il diverso numero di partecipanti che hanno votato ciascun video. A seguito di questa analisi sono stati scelti estratti di:

Film	Partecipanti	Durata (min)	Accuratezza (%)	Percentuale femminile	Età mediana	Intensità media
School Of Rock	42	5:00	88,10	73,81	23,00	59,70
500 Days Of Summer	15	2:00	86,67	66,67	24,00	73,08
The 40 Year Old Virgin	30	1:00	86,67	60,00	24,00	46,88
Klaus	19	2:00	84,21	63,16	23,00	57,31
I, Tonya	18	3:00	83,33	55,56	23,50	63,47
Soul	42	3:00	80,95	57,14	23,00	60,09
African Cats	35	2:19	80,00	60,00	23,00	63,00
Up	7	6:00	57,14	57,14	41,00	82,25
Hachiko	18	3:00	55,56	66,67	23,50	72,90

Tabella 1 – Dati dei film presentati per selezionare lo stimolo positivo

- School of rock (2003, Richard Linklater), come stimolo positivo

Film	Partecipanti	Durata (min)	Accuratezza (%)	Percentuale femminile	Età mediana	Intensità media
Three Billboards Outside Ebbing Missouri	36	2:00	97,22	55,56	23,00	69,51
The Father	40	5:00	92,50	62,50	23,00	69,22
I, Tonya	48	2:00	91,67	60,42	23,00	70,05
Bad Tales	36	3:00	86,11	63,89	24,50	54,71
500 Days Of Summer	17	3:00	82,35	70,59	24,00	65,29
Monkey Kingdom	44	2:00	75,00	63,64	23,00	49,58
Up	12	1:24	75,00	66,67	24,50	79,56
10 Cloverfield Lane	31	4:00	70,97	67,74	24,00	55,91
Klaus	34	2:00	64,71	41,18	23,00	50,77

Tabella 2 – Dati dei film presentati per selezionare lo stimolo negativo

- The Father (2020, Florian Zeller), come stimolo negativo

Film	Partecipanti	Durata (min)	Accuratezza (%)	Percentuale femminile	Età mediana	Intensità media
Elephant	30	3:00	86,67	63,33	23,00	0,00
Midsommar	30	1:54	86,67	60,00	24,00	0,00
Funny Games	22	4:00	77,27	72,73	22,50	0,00
The Wind Rises	51	1:30	66,67	50,98	23,00	0,00
The Killing Of A Sacred Deer	33	2:00	60,61	72,73	25,00	0,00
Funny Games	39	1:45	58,97	53,85	23,00	0,87
The Father	24	2:00	54,17	50,00	24,00	0,00
Three Billboards Outside Ebbing Missouri	20	1:30	50,00	75,00	22,00	0,00
Lost In Translation	48	1:30	39,58	58,33	24,00	0,00

Tabella 3 – Dati dei film presentati per selezionare lo stimolo neutro

- Funny games (2007, Michael Haneke), come stimolo neutro

Per scegliere i video sono stati considerati: il numero di partecipanti che non affermava di conoscere già il contenuto del video, l'intensità media e l'accuratezza. Con accuratezza si fa riferimento alla percentuale di persone che hanno indicato lo stato emotivo desiderato scaturito dalla visione del video.

Partecipanti

Dei 23 partecipanti all'esperimento solo 20 (11 M, età media 22.95, $sd = 1.93$) sono stati considerati per l'analisi. Dei tre soggetti scartati il primo prendeva farmaci antidepressivi che avrebbero potuto influenzare i risultati, mentre gli altri due sono stati scartati per problemi tecnici legati alla registrazione dei task. Tutti i partecipanti hanno preso parte all'esperimento volontariamente, senza compenso.

Prima della fase in laboratorio veniva mandato un questionario per misurare diverse caratteristiche e controllare che il candidato fosse adatto all'esperimento. Il questionario comprendeva:

- Domande di inclusione: problemi neurologici o psichiatrici, problemi all'udito o alla vista, uso di droghe o medicinali
- Alcuni item della Subjective Time Questionnaire (STQ), per la consapevolezza soggettiva sullo scorrere del tempo
- Body Perception Questionnaire (BPQ), per il senso di percezione corporea
- Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ-SA), per le abitudini in relazione ai ritmi e ai momenti della giornata
- Emotion Regulation Questionnaire (ERQ), per la regolazione delle emozioni
- Baratt impulsiveness Scale (BIS-11), per l'impulsività
- Beck Depression inventory (BDI), per i livelli di depressione
- Beck Anxiety Inventory (BAI), per i livelli di ansia

Disegno sperimentale

Lo studio avviene in tre situazioni diverse:

- Positiva
- Neutra
- Negativa

L'ordine delle condizioni è stato bilanciato in modo da evitare un effetto dell'ordine; pertanto, la condizione positiva è stata presentata tante volte per prima quanto la situazione negativa. La condizione neutra invece rimaneva la seconda a prescindere da quale la precedeva.

I dati raccolti erano di due tipi: fisiologici e comportamentali. I segnali fisiologici raccolti erano la conduttanza cutanea (CC) e l'attività elettro cardiaca (ECG). Quelli comportamentali invece erano di tre tipi:

- Tapping: la creazione di una frequenza di battiti costante la cui velocità veniva scelta liberamente dal partecipante
- Produzione prospettiva di un intervallo: ad un minuto percepito da uno stimolo visivo il partecipante doveva premere un tasto
- Stima retrospettiva della durata di un video: successivamente alla visione di un estratto di un film il partecipante doveva stimarne la durata. La stima era

retrospettiva in quanto durante la visione il partecipante non sapeva di dover stimare la lunghezza del video.

Materiale e strumenti

La stanza in cui avveniva la raccolta dati era una computer-assisted virtual environment (CAVE), ossia una stanza in cui, tramite un insieme di proiettori e casse, il soggetto era immerso in una realtà virtuale immersiva. In particolare, i proiettori permettevano un effetto immersivo visivo di 180°, mentre le casse uno di 360° per i suoni.

Procedura

Ciascun partecipante era seduto in una stanza da solo su una sedia, aveva davanti una scrivania con sopra una tastiera e un mouse. All'inizio venivano montati i sensori per la registrazione della conduttanza cutanea (CC) sulla mano non dominante: uno sul medio e uno sull'indice. Per la misurazione dell'elettro cardio gramma (ECG) invece sono stati applicati tre elettrodi sulla parte sinistra del busto: due sotto la clavicola e il terzo nello spazio intercostale. I ricercatori controllavano gli indici fisiologici da un laboratorio laterale da cui era possibile comunicare tramite una serie di microfoni e casse.

Dopo aver fatto firmare il consenso informato venivano date istruzioni a voce per ciascuno dei compiti. Per evitare errori o incomprensioni prima di ciascun compito una slide ripeteva le istruzioni.

A seguito della spiegazione e del montaggio degli elettrodi si avviava l'esperimento con una registrazione degli indici per la baseline. Al soggetto veniva chiesto di lasciare la mente vagare senza concentrarsi su alcun pensiero specifico.

Successivamente appariva un cerchio grigio e il partecipante doveva svolgere un compito di interocezione, contando il numero di battiti cardiaci finché il cerchio non fosse scomparso. Oltre al numero dei battiti veniva chiesto anche il grado di sicurezza. Questo compito veniva svolto per sei volte.

Nella fase successiva un questionario utilizzava la Self-Assessment Manikin (SAM). Il SAM è una tipologia di scala non verbale che permette, tramite una scala di 9

illustrazioni, di indicare lo stato emotivo interno. In questo esperimento sono state utilizzate due scale per indagare due dimensioni dello stato emotivo: il primo indagava la valenza, che si estende dal più positivo (1) al più negativo (9).



Figura 2 - Scala SAM valenza

Il secondo invece esaminava lo stato di arousal, che andava dal più attivo (1) al meno attivo (9),



Figura 3 – Scala SAM arousal

Seguiva poi un compito di tapping: il soggetto doveva premere la barra spaziatrice della tastiera ad una velocità a propria discrezione, ma il più possibile costante.

A questo punto veniva presentato un estratto di un film. Durante questo estratto compariva un pallino rosso, il compito del partecipante era di stimare una durata di un minuto dalla comparsa dello stimolo premendo sulla barra spaziatrice.

Oltre a ciò, a seguito del video, il soggetto doveva stimare la durata dell'estratto e rispondere a delle domande sullo stato di attivazione e sullo stato di benessere con alcuni indici del Revised simulator sickness questionnaire (RSSQ). Successivamente veniva svolto di nuovo il compito di tapping.

Venivano presentati 3 video in totale, ciascuno seguito da questionari sullo stato di attivazione, di benessere e dal compito di tapping.

Tra un video e l'altro si svolgeva una pausa di 10 minuti, in modo da far ritornare il partecipante ad uno stato di baseline.

Analisi

Cybersickness

È stata svolta un'ANOVA a misure ripetute sulla misura del cybersickness, con la valenza dei video come fattore entro i soggetti. La differenza tra le varie condizioni non è risultata significativa, $F(2,36) = 1.79$, $p = 0.181$, $\eta^2 = 0.008$.

Emozione

Un'ANOVA a misure ripetute è stata condotta per i livelli di valenza riportati e un'altra per quelli di arousal. In ognuna delle due ANOVA l'ordine di presentazione dei video (NNP/PNN) è stato inserito come fattore tra i soggetti mentre il video e il tempo della somministrazione (Pre-Post video) sono state inseriti come fattore entro i soggetti. L'analisi per i livelli di valenza riportati ha mostrato una differenza significativa per la variabile video, $F(2, 36) = 10.0303$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.070$. Si è osservata anche una interazione significativa tra la variabile video e quella pre-post, $F(2, 36) = 9.8171$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.069$ (Figura 4).

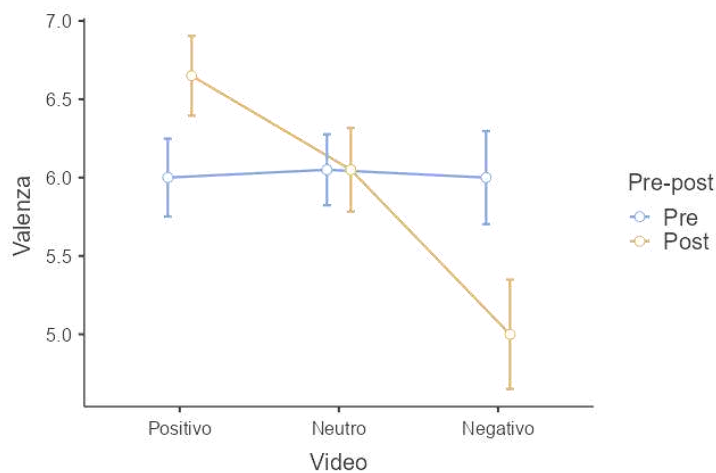


Figura 4 – Valenza percepita nelle diverse condizioni video prima e dopo la visione dei video

L'ANOVA a misure ripetute per l'arousal ha mostrato una differenza significativa per la variabile pre-post, $F(1, 18) = 5.7417$, $p = 0.028$, $\eta^2 = 0.011$. È presente anche una significativa interazione tra la variabile ordine e quella video, $F(2, 36) = 11.9733$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.080$ (Figura 5).

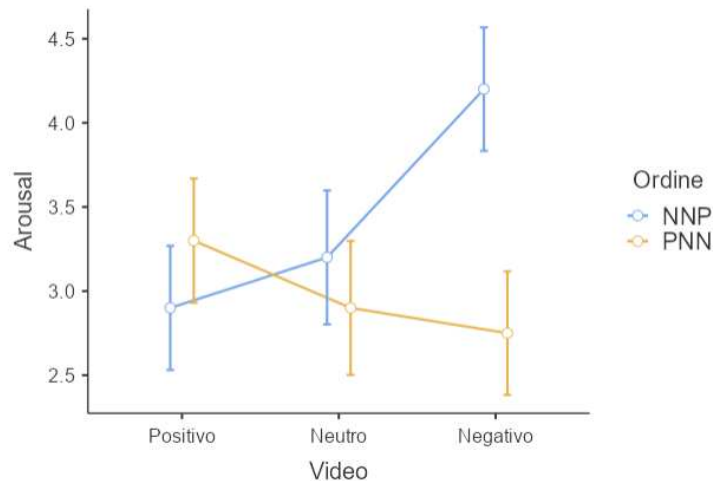


Figura 5 – Arousal percepito nelle condizioni video diviso per i diversi ordini con cui ci sono visti

Tempo

Per le analisi sul tempo non si è utilizzato il vero tempo stimato o quello prodotto. Ciò è stato scelto al fine di riuscire a valutare al meglio la presenza di sovrastime e sottostime. Per tanto si è utilizzato il rapporto (ratio) tra tempo stimato o prodotto e il tempo reale:

$$\text{TEMPO RATIO} = \frac{\text{TEMPO STIMATO}}{\text{TEMPO REALE}}$$

Sono state svolte due analisi ANOVA a misure ripetute, una per il tempo ratio prospettico, ed una per quello retrospettivo. In entrambe le analisi la variabile ordine, ossia se si è visto prima il video positivo e per ultimo quello negativo (PNN), oppure l'opposto (NNP), è stata inserita come fattore tra i soggetti, mentre la variabile video come variabile entro i soggetti.

Tempo prospettico

L'ANOVA a misure ripetute svolto sul tempo ratio prospettico mostra una differenza significativa per la variabile video, $F(2,36) = 4.79$, $p = 0.014$, $\eta^2 = 0.064$. È inoltre

presente una interazione tra la variabile video e ordine, $F(2, 36) = 4.64$, $p = 0.016$, $\eta^2 = 0.062$ (Figura 6).

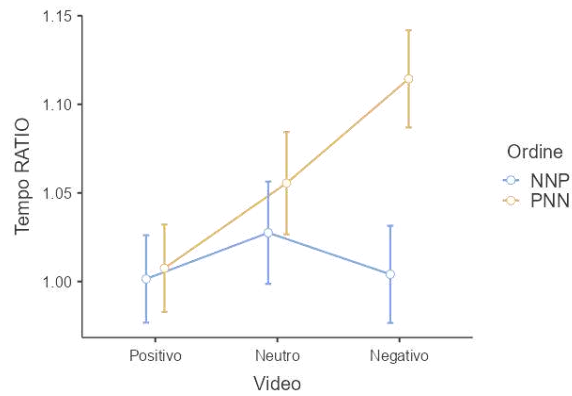


Figura 6 – Tempo prodotto prospetticamente nelle diverse condizioni video diviso per i due ordini

Tempo retrospettivo

Un'ANOVA a misure ripetute per il tempo dichiarato retrospettivamente non ha mostrato una differenza significativa per le durate, $F(2, 36) = 1.055$, $p = 0.359$, $\eta^2 = 0.012$.

Ulteriori analisi mostrano però una differenza nonsignificativa, ma comunque importante, per la variabile ordine $F(1, 18) = 4.24$, $p = 0.054$, $\eta^2 = 0.125$ (Figura 7).

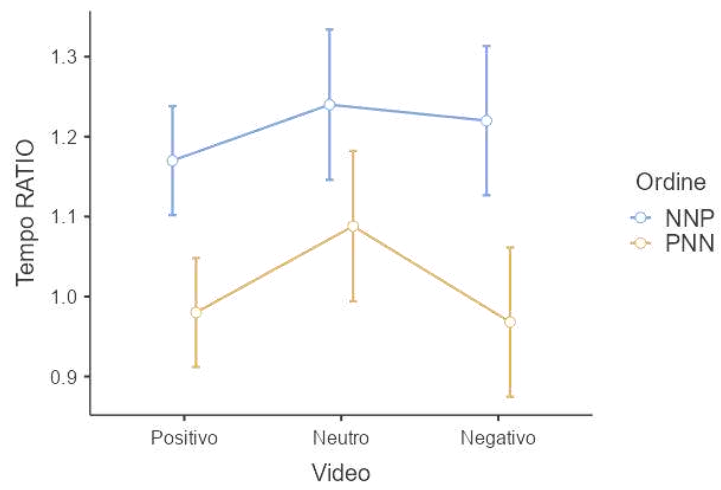


Figura 7 – Tempo stimato retrospettivamente nelle diverse condizioni video diviso per i due ordini

Discussione

Questo esperimento mira a comprendere l'influenza delle emozioni, elicitate da realtà virtuale, sulla percezione del tempo. Al fine di ciò sono stati mostrati degli estratti di film, uno per la condizione di valenza positiva, uno per la neutra e uno per quella negativa, e fatti svolgere due compiti di stima temporale: una stima verbale retrospettiva e una creazione di un intervallo prospettica della durata di un minuto. Una pausa di 10 minuti divideva le condizioni per far sì che la visione del video precedente non influenzasse il partecipante. Prima della raccolta dati in laboratorio uno studio pilota era stato svolto per selezionare i video più adatti per stimolare l'emozione.

Cybersickness

La cybersickness non sembra abbia influenzato le prestazioni. Questo può essere dovuto al fatto che in questo esperimento si è utilizzato uno strumento apposito per evitare l'influenza di questo fenomeno.

Emozione

La visione dei video ha portato ad un aumento di valenza nel caso della condizione positiva e ad un calo per quella negativa, in linea con quanto ipotizzato (Figura 4).

Per quanto riguarda l'arousal si osservano due tendenze molto diverse in base all'ordine con cui si sono osservati i video: nella condizione di ordine NNP la condizione maggiormente attivante è quella negativa, al contrario quella PNN è invece quella positiva (Figura 5). In entrambi i casi quindi la prima delle condizioni è la più attivante e la visione dei video porta ad una riduzione della attivazione. Questo può essere dovuto a diversi effetti, ad esempio ad un maggiore interesse iniziale dato dall'utilizzo di tecnologie nuove, come la realtà virtuale (Meuleman e Rudrauf, 2018) oppure ad una ipotetica influenza della noia, che potrebbe aver portato ad una progressiva riduzione dell'arousal. Per ragioni di tempo non si è potuto analizzare questo fattore, ma analisi successive potranno controllarne l'influenza.

Il dato che maggiormente si discosta dagli altri si trova nella condizione NNP, dove nella condizione negativa l'attivazione è maggiore. L'aumento dell'arousal nella condizione di tristezza è coerente con quanto osservato precedentemente da Gil e Droit – Volet (2011), i quali ritengono che la visione di persone tristi come nel caso del video presentato, elicitano un'attivazione al fine di aiutare il soggetto in difficoltà. Si può ipotizzare quindi che questi due effetti, la condizione negativa e il fatto che il video osservato fosse il primo, abbiano portato ad una maggiore attivazione. Ulteriori studi sono necessari per comprendere l'influenza dell'ordine di visione.

Tempo prospettico

Le analisi della stima prospettica mostrano una differenza generale tra la condizione positiva e quella negativa, in particolare un post-hoc indica una differenza significativa nella situazione di ordine PNN, ma non in quella NNP (Figura 6). La tendenza di una maggiore sovrastima per la valenza negativa, rispetto a quella positiva, era già riscontrata in letteratura (Cui et al., 2023). Ciò che invece è inaspettato è il fatto che mentre i due punteggi nella condizione del video positivo sono molto simili, sia per la condizione NNP che PNN, nella condizione negativa sono significativamente differenti. Ciò può essere spiegato osservando i dati dell'arousal: anche quei dati indicano una significativa differenza tra la condizione negativa in PNN ed in NNP (Figura 4). In particolare la condizione negativa NNP, è notevolmente maggiore, ed ha riportato una stima molto simile a quelle delle altre condizioni, mentre nella condizione negativa PNN l'attivazione sembra essere minore, mentre il tempo prospettico si presenta come nettamente maggiore. Questo va contro l'ipotesi per cui un maggiore arousal porta ad una maggiore percezione tempo.

Lake e colleghi (2016) affermano però che, sebbene l'arousal abbia una influenza iniziale, per gli intervalli più lunghi l'attenzione influisca maggiormente. Gli stimoli negativi catturano maggiormente l'attenzione, e prestare maggiore attenzione dovrebbe portare ad una stima più lunga (Grondin et al., 2014; Macar et al., 1994). È importante distinguere l'attenzione portata al compito temporale e quella data ad altri fattori distraenti: è possibile che inizialmente i soggetti si concentrassero su altri aspetti dell'esperimento, come la visione tramite realtà virtuale, e che questo *novelty effect* sia

poi stato meno presente nella visione dei video successivi. Quindi la presentazione di uno stimolo maggiormente saliente, ossia quello negativo, per primo può aver distratto il soggetto dal compito e portato alla percezione di un intervallo più breve.

Tempo retrospettivo

Le durate indicate dalle stime retrospettive invece non hanno mostrato differenze significative. Questo può essere dovuto dal fatto che dopo il primo video i partecipanti si aspettavano di dover svolgere quel compito, per tanto solo le prime misurazioni possono realmente essere considerate retrospettive. Come Johnson and MacKay (2019) fanno notare, solo la prima delle registrazioni può essere considerata realmente retrospettiva, in quanto, a seguito di questa, il partecipante si aspetterà di eseguire lo stesso compito anche nelle situazioni successive. Un altro fattore da considerare è il fatto che durante l'intervallo da stimare retrospettivamente veniva svolto un compito di stima temporale prospettico, per tanto gli effetti normalmente riscontrati durante i compiti retrospettivi potrebbero essere stati influenzati anche da variabili prospettiche.

Il dato più interessante è quello legato alla differenza quasi significativa per la variabile ordine. Il gruppo NNP ha mostrato delle stime più lunghe rispetto a quello PNN (Figura 7). Pare infatti che la iniziale visione degli estratti portassero a una generale tendenza nei soggetti: nel caso di una visione iniziale negativa si tendeva a sovrastimare maggiormente anche nelle condizioni successive. Il tempo retrospettivo fa un maggior uso della memoria, rispetto a quello prospettico (Block, 1990). La stima data a seguito del primo video pertanto potrebbe portare alla creazione di una stima di confronto, poi utilizzata anche per giudicare le stime successive, che tenderanno a discostarsi meno dalla stima iniziale.

Conclusione

Nel corso di questa ricerca si è studiato come l'emozione possa influire sulla percezione, retrospettiva e prospettica, del tempo. Sebbene alcune ipotesi siano state confermate, altre invece sembrano essere inesatte o incomplete. Il piccolo campione utilizzato ha senza dubbio inciso sui risultati, ma anche l'effetto di altri fattori inaspettati potrebbe aver influito sugli esiti. In primis l'ordine di presentazione dei video ha portato a importanti effetti, che necessitano di essere ulteriormente studiati. Infine l'utilizzo di nuovi strumenti negli studi sulla percezione del tempo può aiutare a comprendere come l'uso di nuove tecnologie, con cui non si entra spesso in contatto, possono modellare la sensazione dello scorrere del tempo, soprattutto oggi in cui il continuo rinnovamento tecnologico ci spinge a incontrare nuovi sistemi che, in poco tempo, stanno entrando a far parte della nostra quotidianità.

Bibliografia

- Block, R. A. (1990). Models of psychological time. In R. A. Block (Ed.), *Cognitive models of psychological time* (pp. 1–35). Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Block, R. A., & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic bulletin & review*, 4(2), 184-197.
- Boltz, M. G. (1993). Time estimation and expectancies. *Memory & Cognition*, 21, 853-863.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Burle, B., & Casini, L. (2001). Dissociation between activation and attention effects in time estimation: implications for internal clock models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 195.
- Cahoon, D., & Edmonds, E. M. (1980). The watched pot still won't boil: Expectancy as a variable in estimating the passage of time. *Bulletin of the psychonomic society*, 16(2), 115-116.
- Cui, X., Tian, Y., Zhang, L., Chen, Y., Bai, Y., Li, D., ... & Yin, H. (2023). The role of valence, arousal, stimulus type, and temporal paradigm in the effect of emotion on time perception: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 30(1), 1-21.
- Droit-Volet, S., Fayolle, S. L., & Gil, S. (2011). Emotion and time perception: effects of film-induced mood. *Frontiers in integrative neuroscience*, 5, 33.
- Estupiñán, S., Rebelo, F., Noriega, P., Ferreira, C., & Duarte, E. (2014). Can virtual reality increase emotional responses (Arousal and Valence)? A pilot study. In *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments: Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part II 3* (pp. 541-549). Springer International Publishing.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological review*, 84(3), 279.

- Glasauer, S., & Shi, Z. (2021). The origin of Vierordt's law: The experimental protocol matters. *PsyCh Journal*, 10 (5), 732–741.
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 561-582.
- Grondin, S., Laflamme, V., & Gontier, É. (2014). Effect on perceived duration and sensitivity to time when observing disgusted faces and disgusting mutilation pictures. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 1522-1534.
- Grondin, S., Roussel, M. E., Gamache, P. L., Roy, M., & Ouellet, B. (2005). The structure of sensory events and the accuracy of time judgments. *Perception*, 34(1), 45-58.
- Johnson, L. W., & MacKay, D. G. (2019). Relations between emotion, memory encoding, and time perception. *Cognition and Emotion*, 33(2), 185-196.
- Koch, M., von Luck, K., Schwarzer, J., & Draheim, S. (2018). The novelty effect in large display deployments—Experiences and lessons-learned for evaluating prototypes.
- Lake, J. I. (2016). Recent advances in understanding emotion-driven temporal distortions. *Current opinion in behavioral sciences*, 8, 214-219.
- Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2016). Emotional modulation of interval timing and time perception. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 403-420.
- Macar, F., Grondin, S., & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences time estimation. *Memory & cognition*, 22(6), 673-686.
- Meuleman, B., & Rudrauf, D. (2018). Induction and profiling of strong multi-componential emotions in virtual reality. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 12(1), 189-202.
- Mullen, G., & Davidenko, N. (2021). Time compression in virtual reality. *Timing & Time Perception*, 9(4), 377-392.
- Myers, G. E. (1971). William James on time perception. *Philosophy of Science*, 38(3), 353-360.

- Niemic, C. (2004). Studies of emotion: a theoretical and empirical review of psychophysiological studies of emotion.
- Ogden, R. S., Wearden, J. H., & Jones, L. A. (2008). The remembrance of times past: interference in temporal reference memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(6), 1524.
- Rakitin, B. C., Gibbon, J., Penney, T. B., Malapani, C., Hinton, S. C., & Meck, W. H. (1998). Scalar expectancy theory and peak-interval timing in humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24(1), 15.
- Somarathna, R., Bednarz, T., & Mohammadi, G. (2022). Virtual reality for emotion elicitation—a review. *IEEE Transactions on Affective Computing*.
- Wearden, J. H. (2004). Decision processes in models of timing. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 64(3), 303-318.
- Zakay, D., & Block, R. A. (2004). Prospective and retrospective duration judgments: An executive-control perspective. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 64(3), 319-328.